



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(21) Aktenzeichen: P 44 02 136.4

(22) Anmeldetag: 26. 1. 94

(43) Offenlegungstag: 27. 7. 95

DE 44 02 136 A 1

## (71) Anmelder:

TEMIC TELEFUNKEN microelectronic GmbH, 74072  
Heilbronn, DE; Continental Aktiengesellschaft, 30165  
Hannover, DE

## (72) Erfinder:

Friendl, Dieter, 88048 Friedrichshafen, DE; Hasel,  
Oskar, 88239 Wangen, DE; Ernst, Gerhard K.,  
Dr.rer.nat., 30629 Hannover, DE; Oldenettel, Holger,  
Dipl.-Ing., 30449 Hannover, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 29 35 965 B2  
DE-AS 22 21 371  
DE 41 12 738 A1  
DE 40 02 566 A1  
DE 38 29 301 A1  
DE 38 23 303 A1  
DE 38 23 202 A1  
DE 34 07 254 A1

DE 31 48 552 A1

DE 30 16 337 A1

DE 27 13 451 A1

FR 26 58 612 A1

US 42 46 567

EP 05 65 099 A1

EP 02 61 353 A2

HASCHER, Wolfgang: Im Blickpunkt: Telemetrie. In:  
Elektronik, 1979, H. 24, S. 45-54;

## (54) System zur Bestimmung der Betriebsparameter von Fahrzeugreifen

## (57) Beschrieben ist ein System zur Bestimmung der Betriebsparameter von Fahrzeugreifen, mit:

- a) einer im Fahrzeugreifen integrierten Trägereinheit mit zwei Trägerkörpern, zwischen denen ein Separator angeordnet ist,
- b) einer im Fahrzeugreifen oder auf dem (den) Trägerkörper(n) angeordneten Sensoreinheit mit mindestens einem Detektor und einer Auswerteelektronikeinheit,
- c) einem auf einem der Trägerkörper angeordneten und zur Energieversorgung der Systemkomponenten sowie als Sensor für die Reifenumdrehungen dienenden piezoelektrischen Element,
- d) einem auf einem der Trägerkörper angeordneten integrierten Halbleiterschaltkreis mit einer Spannungsversorgungseinheit, einer Zählereinheit, einer Steuereinheit, einer Temperaturbewertungseinheit, einer Speichereinheit und einer Ausgabereinheit,
- e) einer auf einem der Trägerkörper angeordneten Datenübertragungseinheit.

DE 44 02 136 A 1

Für viele Anwendungszwecke ist eine kontinuierliche, automatische Bestimmung der Betriebsparameter von Fahrzeugreifen — beispielsweise der Temperatur, der Dehnung/Spannung und des Reifenluftdrucks — wünschenswert. Oftmals muß darüber hinaus — insbesondere für Kontroll- und Überwachungszwecke — eine manipulationssichere und zuverlässige Identifikation jedes einzelnen Reifens und die Erfassung der Laufleistung gewährleistet werden.

Zu letzterem ist aus der DE-OS 30 44 149 ein im Fahrzeugreifen angebrachter Umdrehungszähler bekannt, der die Anzahl der Umdrehungen mit einem als Folie ausgeführten piezoelektrischen Sensor erfaßt und in einem Zählregister speichert; die Daten werden durch ein kontaktloses Interface nach außen übertragen. In einem weiteren Register kann ein Identifikationscode abgespeichert werden, über den eine Reifenidentifikation ermöglicht wird. Dieser Umdrehungszähler benötigt jedoch eine Batterie zur Energieversorgung seiner Komponenten, was eine begrenzte Lebensdauer, ein großes Einbauvolumen und einen eingeschränkten Temperaturbereich (insbesondere beim Herstellungsprozeß des Reifens) zur Folge hat.

Weiterhin sind (beispielsweise aus der DE-OS 40 02 566 und der DE-OS 34 07 254) Systeme bekannt, bei denen durch Ausnutzung der Reifenbewegung bzw. der Fahrbahnanregung — unter Verwendung piezoelektrischer oder induktiver Verfahren — mechanische Energie in elektrische Energie umgewandelt wird. Diese bekannten Systeme sind jedoch von ihrem konstruktiven Aufbau her lediglich in den Felgen, nicht jedoch im Fahrzeugreifen einbaubar (großes Bauvolumen) und somit auch nicht ausreichend vor Manipulationen geschützt und lassen funktionsbedingt nur eine unzureichende Zuverlässigkeit erwarten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein System zur Bestimmung der Betriebsparameter von Fahrzeugreifen mit einem einfachen Aufbau anzugeben, das die genannten Nachteile vermeidet und das vorteilhafte Eigenschaften aufweist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale a) bis e) des Patentanspruchs 1 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Das vorgestellte System zur Bestimmung und kontaktlosen Datenabfrage von Betriebsparametern des Reifens mit einer autarken Energieversorgung wird während des Herstellungsprozesses als eine Einheit in den Reifenaufbau integriert. Es besteht aus:

- a) einer Trägereinheit mit zwei Trägerkörpern (beispielsweise aus einer  $Al_2O_3$ -Keramik) zur Aufnahme der Systemkomponenten; zwischen den beiden Trägerkörpern ist ein Separator aus einem Material mit mittlerer Steifigkeit (z. B. Silikon, ausgehärtet) angeordnet, der die unerwünschte senkrecht zur druckempfindlichen Achse des piezoelektrischen Elements wirkende hydrostatische Druckspannung des Reifens absorbiert oder reflektiert
- b) einer Sensoreinheit mit einem oder mehreren Sensoren und zugehöriger Auswerteelektronik zur Erfassung bzw. Detektion der gewünschten Betriebsparameter sowie zur Aufbereitung der Meßsignale
- c) einem (vorzugsweise einzigen) piezoelektrischen Element zur Energieversorgung der Systemkom-

ponenten (durch die Trägerkörper wird die hydrostatische Druckspannung des Reifengummis in das piezoelektrische Element parallel zu seiner druckempfindlichen Achse eingeleitet); gleichzeitig fungiert das piezoelektrische Element als "Umdrehungssensor" zur Detektion der Reifenumdrehungen (falls lediglich die Laufleistung des Reifens bestimmt werden soll, werden somit keinerlei zusätzliche Sensoren benötigt)

d) einem integrierten Schaltkreis (IC-Chip) zur Auswertung und Speicherung der ermittelten Betriebsparameter und der Reifenumdrehungen: der IC umfaßt eine Spannungsversorgungseinheit, eine Zählereinheit zur Bestimmung der Anzahl der Reifenumdrehungen, eine Steuereinheit zur Kontrolle des zeitlichen und logischen Ablaufs, eine Einheit zur Erfassung und Bewertung der Temperaturbelastung, eine Speichereinheit mit einem nichtflüchtigen, elektrisch löschbaren und beim Stillstand des Reifens beschreibbaren Speicher ( $E^2$ PROM), sowie eine Ausgabereinheit zum Auslesen der gespeicherten Daten mittels eines Transponders. Obwohl beim Einsatz des Systems eine hohe Zahl an Speichervorgängen auftritt, werden durch eine von der Steuereinheit beim Speichervorgang vorgenommene Rotation der Zählerstellen die Schreibzyklen auf alle Speicherzellen gleichmäßig verteilt, wodurch die Schreibbelastung der Speicherzellen gleichmäßig verteilt wird. Weiterhin werden mehrere Speicherzellen gleichzeitig mit der gleichen Information redundant beschrieben, wobei mittels einer von der Steuereinheit durchgeführten automatischen Fehlerkorrektur auch beim Ausfall einzelner Speicherzellen des Speichers dessen Funktionsfähigkeit aufrechterhalten wird

e) einem passiven Transponder (bestehend aus Transponder-Schaltkreis, Transponderspule und Resonanzkondensator) zur Datenübertragung der Betriebsparameter und zur Identifikation des Reifens; über den Transponder können die abgespeicherten Informationen mittels eines externen Lesegeräts ausgelesen werden.

Das beschriebene System vereinigt mehrere Vorteile in sich:

- es können beliebige Reifenparameter bestimmt, abgespeichert und ausgelesen werden, wobei insbesondere die Bestimmung der Laufleistung des Reifens auf einfache Weise ohne zusätzliche Detektoren oder Sensoren möglich ist,
- es ist vollständig autark, da die Energieversorgung der Systemkomponenten ausschließlich mittels des piezoelektrischen Elements erfolgt,
- durch den Aufbau mit Trägerkörpern und Separator wird die Druckspannung dem piezoelektrischen Element sehr effektiv zugeführt und damit dessen Leistungsfähigkeit erhöht,
- da es nur sehr wenige Systemkomponenten und keine mechanisch bewegten Teile aufweist, ist ein sehr einfacher und damit wenig störanfälliger Aufbau gegeben,
- durch die Reduzierung der Schreibrate in den stark beanspruchten Speicherzellen, durch die redundante Beschreibung der Speicherzellen und durch die einfachen und effizienten Fehlerkorrekturmechanismen ist eine hohe Zuverlässigkeit gewährleistet,

— durch die Integration im Reifen (das System ist untrennbar mit dem Reifen verbunden und daher von außen nicht zugänglich) ist eine große Manipulationssicherheit gegeben.

Anhand der Fig. 1 und 2 wird als Ausführungsbeispiel ein System zur Bestimmung der Laufleistung eines Fahrzeugreifens mit gleichzeitiger Erfassung der Temperaturbelastung sowie gleichzeitiger Identifikationsmöglichkeit beschrieben.

Hierbei zeigt die Fig. 1 den Systemaufbau (Fig. 1a in Draufsicht, Fig. 1b als Schnittzeichnung, Fig. 1c in Seitenansicht) und die Fig. 2 ein Blockschaltbild mit den Funktionseinheiten des Systems.

#### a) Energieversorgung/Reifenumdrehungszählung

Zur Energieversorgung der Systemkomponenten und gleichzeitig als Detektor für die Reifenumdrehungen wird ein einziges vorzugsweise in multilayer-Technologie ausgebildetes piezoelektrisches Element 30 folgendermaßen eingesetzt:

— Energieversorgung: Beim Abrollvorgang des Reifens wird mit Hilfe des auf dem Trägerkörper 11 (beispielsweise aus  $Al_2O_3$ ) angeordneten piezoelektrischen Elements 30 aus der sich im Reifengummi zyklisch ändernden hydrostatischen Druckspannung elektrische Energie gewonnen (piezoelektrischer Effekt): Bei einer senkrechten Druckbeaufschlagung des piezoelektrischen Elements 30 werden dessen parallel zur Druckrichtung liegenden Außenflächen 31 in mikroskopischen Dimensionen tonnenförmig nach außen gewölbt. Da der hydrostatische Druck jedoch der tonnenförmigen Wölbung entgegenwirkt und somit die Leistungsfähigkeit des piezoelektrischen Elements 30 drastisch einschränkt, wird zwischen dem Trägerkörper 11 und dem weiteren Trägerkörper 12 ein Separator 13 angeordnet, der die hydrostatischen Druckspannungen absorbiert oder reflektiert. Die Steifigkeit des Separatormaterials ist so angepaßt, daß zum einen die Stauchung des piezoelektrischen Elements (Keramik mit extrem hoher Steifigkeit) nicht beeinträchtigt wird, zum anderen die absorbierende oder reflektierende Wirkung gegenüber den seitlich eingeleiteten hydrostatischen Druckspannungen erhalten bleibt. Die druckempfindlichen Flächen werden durch die Trägerkörper 11, 12 mit hoher Steifigkeit (beispielsweise Metall, Keramik) vergrößert, wodurch eine höhere Druckspannung ins piezoelektrische Element 30 eingeleitet und damit dessen Leistungsfähigkeit erhöht wird. Aus der Wechsellspannung an den Elektroden des piezoelektrischen Elements 30 wird durch eine Gleichrichterschaltung des integrierten Schaltkreises 40 den Systemkomponenten eine Gleichspannung zur Verfügung gestellt.

— Reifenumdrehungsdetektor: Bei jeder Reifenumdrehung wird vom piezoelektrischen Element 30 ein pulsartiges Signal erzeugt, das als Grundlage der Umdrehungszählung dient. Zur Registrierung, Auswertung und Speicherung der Reifenumdrehungsinformation ist der Ausgang des piezoelektrischen Elements 30 mit dem integrierten Schaltkreis 40 (IC-Chip) verbunden, der auf dem Trägerkörper 11 angeordnet ist und gemäß der Fig. 2 eine Spannungsversorgungseinheit 41, Zäh-

lereinheit 42, Steuereinheit 43, Speichereinheit 44, Temperaturbewertungseinheit 46 und Ausgabereinheit 45 aufweist. Jede Reifenumdrehung wird in der Zählereinheit 42 des IC-Chips 40 registriert; eine Elektrode (ein Ausgang) des piezoelektrischen Elements 30 ist mit der Zählereinheit 42 verbunden, die an ihrem Ausgang ein Zählregister zur weiteren Verarbeitung bereitstellt. Bei einem Stillstand des Fahrzeugs (keine Reifenumdrehung) wird die Energiezufuhr durch das piezoelektrische Element 30 beendet und der momentane Zählwert in einem E<sup>2</sup>PROM-Speicher der Speichereinheit 44 abgespeichert. Bei einer Wiederaufnahme der Reifenbewegung wird der im E<sup>2</sup>PROM-Speicher abgespeicherte, aktuelle Wert in die Zählereinheit 42 geladen und die Umdrehungszählung fortgesetzt. Mittels der Steuereinheit 43 wird die maximale Anzahl der Datenänderungen in den E<sup>2</sup>PROM-Speicherzellen reduziert und eine automatische Fehlerkorrektur durchgeführt.

#### b) Temperaturbelastung

Die Temperaturbelastung des Fahrzeugreifens wird bestimmt, indem bei jeder Reifenumdrehung von der Temperaturbewertungseinheit 46, die vorzugsweise Bestandteil des integrierten Schaltkreises 40 ist, die aktuelle Gummitemperatur gemessen und in Abhängigkeit der zurückgelegten Wegstrecke (erfaßt durch den Reifenumdrehungsdetektor) bewertet wird. Bei einem Stillstand des Reifens (keine Reifenumdrehung mehr) wird der für die bisher zurückgelegte Fahrstrecke gültige Bewertungsmaßstab in einem E<sup>2</sup>PROM-Speicher der Speichereinheit 44 abgespeichert. Bei einer Wiederaufnahme der Reifenbewegung wird der im E<sup>2</sup>PROM-Speicher bisher gültige Bewertungsmaßstab in die Temperaturbewertungseinheit 46 zurückgeladen und als Basis zur Bildung des neuen Maßstabs verwendet.

#### c) Datenübertragung

Bei der Datenübertragung wird die abgespeicherte Information mittels der Ausgabereinheit 45, der Transponderelektronik 51 und der Transponderspule 52 nach außen übertragen und kann beispielsweise mittels eines Handlesegeräts, das ein induktives Wechselfeld zur Energieversorgung bereitstellt, ausgelesen werden. Der Kondensator 53 dient als Resonanzkondensator zur Abstimmung auf die Übertragungsfrequenz.

Gemäß der Fig. 2 können die einzelnen Funktionseinheiten des integrierten Schaltkreises 40 folgendermaßen untergliedert werden:

a) Spannungsversorgungseinheit 41 (Betriebsspannungseinheit 41a, Programmierspannungseinheit 41b):

Aus der von dem piezoelektrischen Element 30 als externe Energiequelle gelieferten elektrischen Energie (Wechsellspannung) wird mittels der Spannungsversorgungseinheit 41a und des Kondensators 41c die (Betriebs-)Versorgungsspannung für den integrierten Schaltkreis 40 (DC-Spannung von beispielsweise 3 V) und mittels der Spannungsversorgungseinheit 41b und des Kondensators 41d die Programmierspannung für die E<sup>2</sup>PROM-Speicherzellen 44b (DC-Spannung von beispielsweise 12 V) zur Verfügung gestellt.

b) Zählereinheit 42 (Pulsdetektor 42a, Vorteiler

42b, Zähler 42c):

Mittels des Pulsdetektors 42a wird jede vom piezoelektrischen Element 30 erzeugte negative oder positive Flanke als Signal für eine Reifenumdrehung detektiert. Um die Umdrehungsinformation besser verarbeiten zu können (Reduzierung auf eine praktikable Auflösung), werden die Daten des Pulsdetektors 42a mittels des als Abwärtszähler ausgebildeten Vorteilers 42b um einen bestimmten Faktor geteilt (beispielsweise um den Faktor  $2^{10}$ ). Mittels des Zählers 42c wird die endgültige Umdrehungsinformation generiert; der Zähler 42c, vorzugsweise als Binärzähler ausgebildet, übermittelt seinen Zählerstand bei einem Stillstand des Reifens an die Speichereinheit 44 und wird von dieser bei Wiederaufnahme der Reifenbewegung mit dem dort abgespeicherten Wert vorgeladen.

c) Steuereinheit 43 (Spannungspegeldetektor 43a, Kontrolleinheit 43b, Coder/Decoder 43c):

Vom Spannungspegeldetektor 43a wird — zur Vermeidung von Datenverlusten in Phasen sehr langsamer Reifenumdrehungen — beim Unterschreiten eines bestimmten Schwellwerts der Versorgungsspannung ein Signal generiert, durch das die Speichereinheit 44 zur Übernahme des momentanen Zählerstands veranlaßt wird. Mittels der Kontrolleinheit 43b werden Steuersignale erzeugt, mit denen die zeitlichen und logischen Abläufe der verschiedenen Funktionseinheiten des IC-Chips 40 kontrolliert, überwacht und aufeinander abgestimmt werden (Initialisierung, Detektion der Spannungsversorgung, Zählmodus, Schreibmodus, Lesemodus, Programmiermodus, Ausgabemodus, Temperaturerfassung etc.). Um die Anzahl der Datenänderungen in den E<sup>2</sup>PROM-Speicherzellen 44b zu reduzieren, wird durch die Coder-/Decoder-Einheit 43c eine Codierung (Rotation) der Zählerbits oder verschiedener Zählerbitgruppen (ausgenommen wenige höherwertige) vorgenommen. Die Zählerbits werden so auf die einzelnen Zählerbitgruppen verteilt, daß die mittlere Bitwechselwahrscheinlichkeit aller Bits einer Gruppe möglichst gering und in allen Gruppen möglichst gleich ist. Dabei wird die Information über die Anzahl der Rotationsschritte aus den nichtrotierten Zählerstellen gewonnen: eine vorgegebene Anzahl signifikanter Zählerbits wird zur Definition der Gruppenposition herangezogen, die anderen Bits werden rotiert, wobei die Rotation vor jedem Schreibzyklus in die E<sup>2</sup>PROM-Speicherzellen 44b durchgeführt wird. Rotierte und nicht-rotierte Zählerstellen werden in den Speicherzellen des E<sup>2</sup>PROM-Speichers 44b abgelegt. Die Rückgewinnung des korrekten Zählerstands (Decodierung) — bei Wiederaufnahme der Umdrehungszählung — erfolgt auf dem umgekehrten Weg: die nicht-rotierten Zählerstellen geben an, um wieviele Schritte die übrigen (rotierten) Speicherzellen zurückrotiert werden müssen, damit der Binärzähler 42c mit dem aktuellen Wert geladen werden kann. Durch diese Rotation der Speicherzellen (die Schrittzahl ändert sich mit Zunahme des Zählerstands kaum), wird eine gleichmäßige Schreibbelastung aller Speicherstellen erreicht. Als Coder/Decoder 43c wird vorzugsweise eine Schaltmatrix aus einzelnen bidirektionalen Gattern eingesetzt, so daß zur Durchführung der Rotation weder zusätzliche Speicherstellen noch ein Microcontroller benötigt werden. Beispielsweise ist der

Coder/Decoder 43c als 1/N-Decoder mit einer (statischen) Schaltmatrix aus bidirektionalen Transmissionsgattern ausgeführt, wobei die Codierung/Decodierung in Abhängigkeit von der Zahl der Zählerstellen (Zählerbits), von der gewünschten Reduzierung der Schreibzyklen und von der verfügbaren Schaltungsfläche auf dem IC unterschiedlich ausgelegt werden kann: Beispielsweise bei einem 20-Bit-Binärzähler 42c werden mittels einer Schaltmatrix 43c aus  $16 \times 16$  Gattern 16 Bits rotiert, während die vier höchstwertigen Bits die Rotationsinformation liefern; beispielsweise bei einem 22-Bit-Binärzähler 42c werden mittels einer Schaltmatrix 43c aus  $4 \times 20$  bidirektionalen Gattern 20 Bits in fünf 4er-Bit-Gruppen zusammengefaßt, während die beiden höchstwertigen Zählerbits die Rotationsinformation liefern — die Rotation selbst erfolgt hier innerhalb jeder Gruppe.

d) Speichereinheit 44 (Schreib-Lese-Logik für Laufleistung 44a, Speicherzelleneinheit 44b, Schreib-Lese-Logik für Temperaturbelastung 44c): Durch die Schreib-Lese-Logik 44a wird die aufgrund der Rotation der Zählerstellen des Binärzählers 42c codierte Reifenumdrehungsinformation beim Starten bzw. Stoppen der Reifenumdrehung zwischen der Coder-/Decoder-Einheit 43c und der Speicherzelleneinheit 44b transferiert. Um die Zuverlässigkeit des Systems zu erhöhen, wird die Speicherzelleneinheit 44b in Gruppen mit einer bestimmten Zahl an E<sup>2</sup>PROM-Speicherzellen unterteilt (beispielsweise jeweils drei Speicherzellen), in denen jeweils das gleiche Zählerbit gleichzeitig abgespeichert wird, wobei zusätzlich in jeder Gruppe zur Erhöhung der Zuverlässigkeit eine bestimmte Anzahl von Speicherzelleninhalten invertiert werden kann (beispielsweise ein Speicherzelleninhalt bei drei Speicherzellen). Hierdurch ist eine einfache Überprüfung der abgespeicherten Information mittels einer einfachen Logik (beispielsweise drei AND-Gatter und ein OR-Gatter) möglich: derjenige Wert wird als korrekt ausgegeben, der in der Mehrzahl der Speicherzellen der Gruppe (beispielsweise in zwei der drei Speicherzellen) enthalten ist; somit kann eine gewisse Zahl (beispielsweise eine von drei) der zusammengehörigen Speicherzellen einer Gruppe defekt sein, ohne daß ein Informationsverlust entsteht (dies ist bei der Laufleistungsmessung mittels Umdrehungszählung wichtig, da hiermit eine hohe Zahl an Schreibzyklen verbunden ist und die Wahrscheinlichkeit eines Defekts mit der Anzahl der Schreibzyklen ansteigt). Die Schreib-Lese-Logik 44c transferiert die Daten zur Temperaturbewertung zwischen der Einheit zur Temperaturbewertung 46 und der Speicherzelleneinheit 44b. Der Datentransfer wird durch die Kontrolleinheit 43b gesteuert. In Fig. 2 ist die Speicherung der Temperaturbewertung der Übersichtlichkeit halber ohne entsprechende Maßnahmen zur Verteilung der Schreibzyklen und ohne redundante Ausführung der Speicherzellen zum Zwecke einer Fehlerkorrektur dargestellt, jedoch können die oben beschriebenen Maßnahmen zur Verteilung der Schreibzyklen und zur Fehlerkorrektur bei Bedarf auch auf die Daten der Temperaturbewertung appliziert werden. Der Schreib-Lese-Modus für die Speichereinheit 44 wird durch die Kontrolleinheit 43b überwacht: eine Programmierung der E<sup>2</sup>PROM-Speicherzellen 44b wird nur dann

vorgenommen, wenn sich der neue Inhalt einer Speicherzelle vom bereits bestehenden Inhalt unterscheidet (die Kontrolleinheit 43b initialisiert den Programmiervorgang mittels eines Steuersignals), wobei die Programmierspannung von der Programmierspannungsquelle 41b der Versorgungsspannungseinheit 41 geliefert wird.

e) Datenausgabe (Ausgabereinheit 45, Transponder 50):

Um die Umdrehungsinformation nach außen zu übertragen, wird als Ausgabereinheit 45 ein digitales Transponder-Interface verwendet. Da beim Auslesen der Daten durch das piezoelektrische Element 30 keine Energie geliefert wird, müssen alle zum Auslesen benötigten Systemkomponenten (Kontrolleinheit 43b, Schreib-Lese-Logik 44a, 44c, EPROM-Speicher 44b, Transponder-Interface 45) von dem externen Transponder 50 mittels eines induktiven Wechselfelds mit Spannung versorgt werden. Vorzugsweise kann die Transponderelektronik 51 auch im Schaltkreis 40 integriert werden. Das Auslesen der Daten wird vom Transponder 50 über ein Steuersignal initialisiert und durch die Kontrolleinheit 43b überwacht. Während des Betriebsmodus (Umdrehungszählung) wird das Transponder-Interface 45 wegen der damit verbundenen Leistungsersparnis abgeschaltet.

f) Temperaturbewertungseinheit 46 (Temperatursensor 46a, AD-Wandler 46b, Bewertungseinheit 46c):

Der Temperatursensor 46a erfaßt in seiner Umgebung ständig die Temperatur T des Reifengummis; er ist vorzugsweise als Halbleitersensor ausgebildet und als Bestandteil des integrierten Schaltkreises 40 ausgeführt. Das elektrische Ausgangssignal des Temperatursensors 46a (beispielsweise eine Spannungs- oder eine Widerstandsänderung) wird, gesteuert von der Kontrolleinheit 43b, durch den Analog-Digital-Umsetzer (ADU) 46b vorzugsweise in einen Binärcode gewandelt; die Datenumwandlung erfolgt vorzugsweise bei jeder Reifenumdrehung. Das Ausgangsregister des ADU ist als löschbarer Addierer ausgebildet. Während einer bestimmten Fahrstrecke, die beispielsweise aus der Periodendauer des Ausgangssignals des Vorteilers (42b) abgeleitet wird, werden die einzelnen ADU-Meßwerte mit einem Addierwert aufsummiert. Die Kapazität des Additionsregisters ist so bemessen, daß während einer Periodendauer des Vorteilersignals kein Registerüberlauf auftritt. Am Ende einer Vorteilerperiode wird der signifikante Inhalt des Additionsregisters, gesteuert von der Kontrolleinheit 43b, in die Bewertungseinheit 46c übertragen und anschließend der Inhalt des Additionsregisters auf 0 gesetzt. Mit jeder weiteren Vorteilerperiode wiederholt sich der Vorgang zyklisch. Falls der Vorteiler einen Teilungsfaktor von  $2^{10}$  aufweist und die Wortlänge einer einzelnen ADU-Messung 8 Bit beträgt, wird das Additionsregister zur Vermeidung eines Überlaufes während einer Vorteilerperiode mit einer Breite von 18 Bit ausgeführt. Zum Ende einer jeden Vorteilerperiode werden die 8 höchstwertigen Bits (11 bis 18) als signifikantes Ergebnis an die Bewertungseinheit 46c übertragen. Das Ergebnis stellt in dieser Form den arithmetischen Mittelwert des Temperatursignales während der Vorteilerperiode dar.

Die Bewertungseinheit 46c addiert die arithmeti-

schen Temperaturmittelwerte nach jeder Vorteilerperiode in einem Bewertungsregister auf. Der Inhalt des Bewertungsregisters wird bei einem Stillstand des Reifens, gesteuert von der Kontrolleinheit 43b, an die Speichereinheit 44 übertragen. Bei der Wiederaufnahme der Reifenbewegung wird das Bewertungsregister mit dem zuletzt gespeicherten Wert des Bewertungsmaßstabes vorgelesen.

## Patentansprüche

1. System zur Bestimmung der Betriebsparameter von Fahrzeugreifen, bestehend aus:

a) einer im Fahrzeugreifen integrierten Trägereinheit (10) mit zwei Trägerkörpern (11, 12), zwischen denen ein Separator (13) angeordnet ist,

b) einer im Fahrzeugreifen oder auf dem (den) Trägerkörper(n) (11, 12) angeordneten Sensoreinheit (46) mit mindestens einem Detektor (46a) und einer Auswerteelektronikeinheit (46b, 46c),

c) einem auf einem der Trägerkörper (11) angeordneten und zur Energieversorgung der Systemkomponenten sowie als Sensor für die Reifenumdrehungen dienenden piezoelektrischen Element (30),

d) einem auf einem der Trägerkörper (11) angeordneten integrierten Halbleiterschaltkreis (40) mit einer Spannungsversorgungseinheit (41), einer Zählereinheit (42), einer Steuereinheit (43), einer Speichereinheit (44), einer Temperaturbewertungseinheit (46) und einer Ausgabereinheit (45),

e) einer auf einem der Trägerkörper (11) angeordneten Datenübertragungseinheit (50).

2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägerkörper (11, 12) aus einem keramischen Material bestehen.

3. System nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägerkörper (11, 12) aus Aluminiumoxyd oder Aluminiumnitrid bestehen.

4. System nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Separator (13) am Rande der Trägerkörper (11, 12) angeordnet ist.

5. System nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Separator (13) aus einem Material mit vorgegebener Steifigkeit besteht, die geringer als die Steifigkeit des piezoelektrischen Elements (30) und höher als die des umgebenden Reifengummis ist und damit hoch genug, um seitliche Druckspannungen vom piezoelektrischen Element (30) fern zu halten.

6. System nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das piezoelektrische Element (30) einen mehrschichtigen Aufbau aufweist.

7. System nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das piezoelektrische Element (30) mit der Spannungsversorgungseinheit (41) und dem Eingang der Zählereinheit (42) verbunden ist.

8. System nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannungsversorgungseinheit (41) aus einer Betriebsspannungseinheit (41a) und einer Programmierspannungseinheit (41b) mit externen Speicherkondensatoren (41c,

41d) besteht.

9. System nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Zählereinheit (42) einen Pulsdetektor (42a), einen Vorteiler (42b) und einen Zähler (42c) aufweist.

5

10. System nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit (43) einen Spannungspegeldetektor (43a), eine Kontrolleinheit (43b) und einen Coder/Decoder (43c) aufweist.

10

11. System nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Speichereinheit (44) eine Schreib-Lese-Logik (44a, 44c) und einen E<sup>2</sup>PROM-Speicher (44b) mit Speicherzellen aufweist.

15

12. System nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der E<sup>2</sup>PROM-Speicher (44b) in Gruppen mit jeweils mehreren Speicherzellen unterteilt ist, die bei jedem Speichervorgang gemeinsam beschrieben werden.

20

13. System nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Speicherzellen des E<sup>2</sup>PROM-Speichers (44b) nur dann beschreibbar sind, wenn sich der zu programmierende Wert von dem bestehenden Inhalt der Speicherzelle unterscheidet.

25

14. System nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Coder/Decoder (43c) als Schaltmatrix aus bidirektionalen Transmissionsgattern ausgebildet ist, über die eine Rotation der Zählerstellen beim Beschreiben/Lesen des E<sup>2</sup>PROM-Speichers (44b) erfolgt.

30

15. System nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Schreib-Lese-Logik (44a, 44c) Gatter aufweist, durch deren Verknüpfung beim Speichervorgang der Inhalt einer bestimmten Zahl von Speicherzellen jeder Gruppe invertiert wird und beim Lesevorgang der Inhalt der Speicherzellen überprüft wird.

35

16. System nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperaturbewertungseinheit (46) einen Temperatursensor (46a) zur Erfassung der Reifentemperatur, einen Analog-Digital-Umsetzer (46b) zur Digitalisierung und Mittelung des Temperatursensorsignals sowie eine Bewertungseinheit (46c) zur Bewertung der gemittelten Meßergebnisse aufweist.

40

45

17. System nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Datenübertragungseinheit (50) als Transponderschaltkreis (51) mit einer Spule (52) und einem Resonanzkondensator (53) ausgebildet ist, und daß die Datenübertragungseinheit (50) mit der Ausgabereinheit (45) verbunden ist.

50

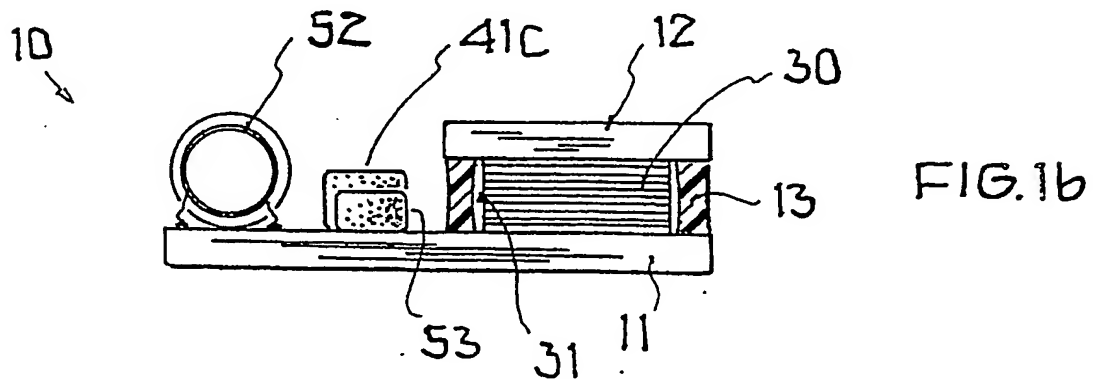
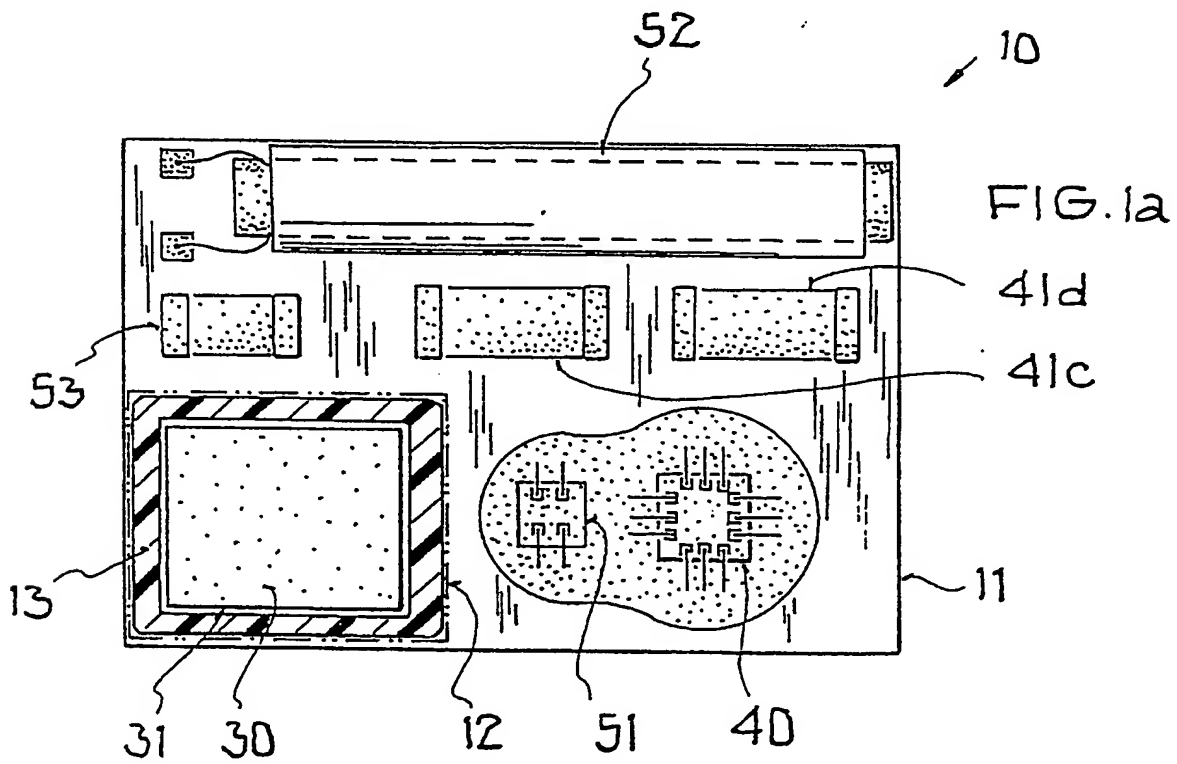
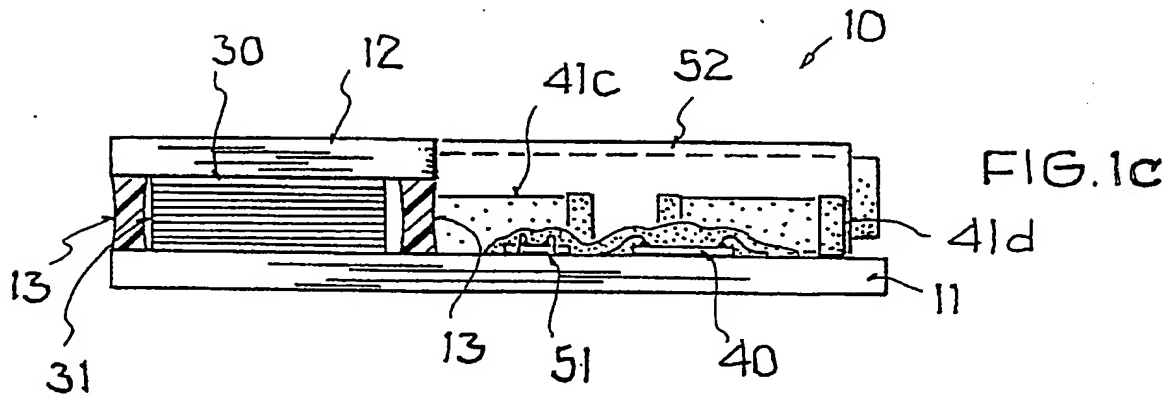
18. System nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Datenübertragungseinheit (50) im integrierten Halbleiterschaltkreis (40) integriert ist.

55

19. System nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Datenübertragungseinheit (50) einen Speicher aufweist, in dem Daten zur Identifizierung des Reifens abgelegt sind.

60

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen



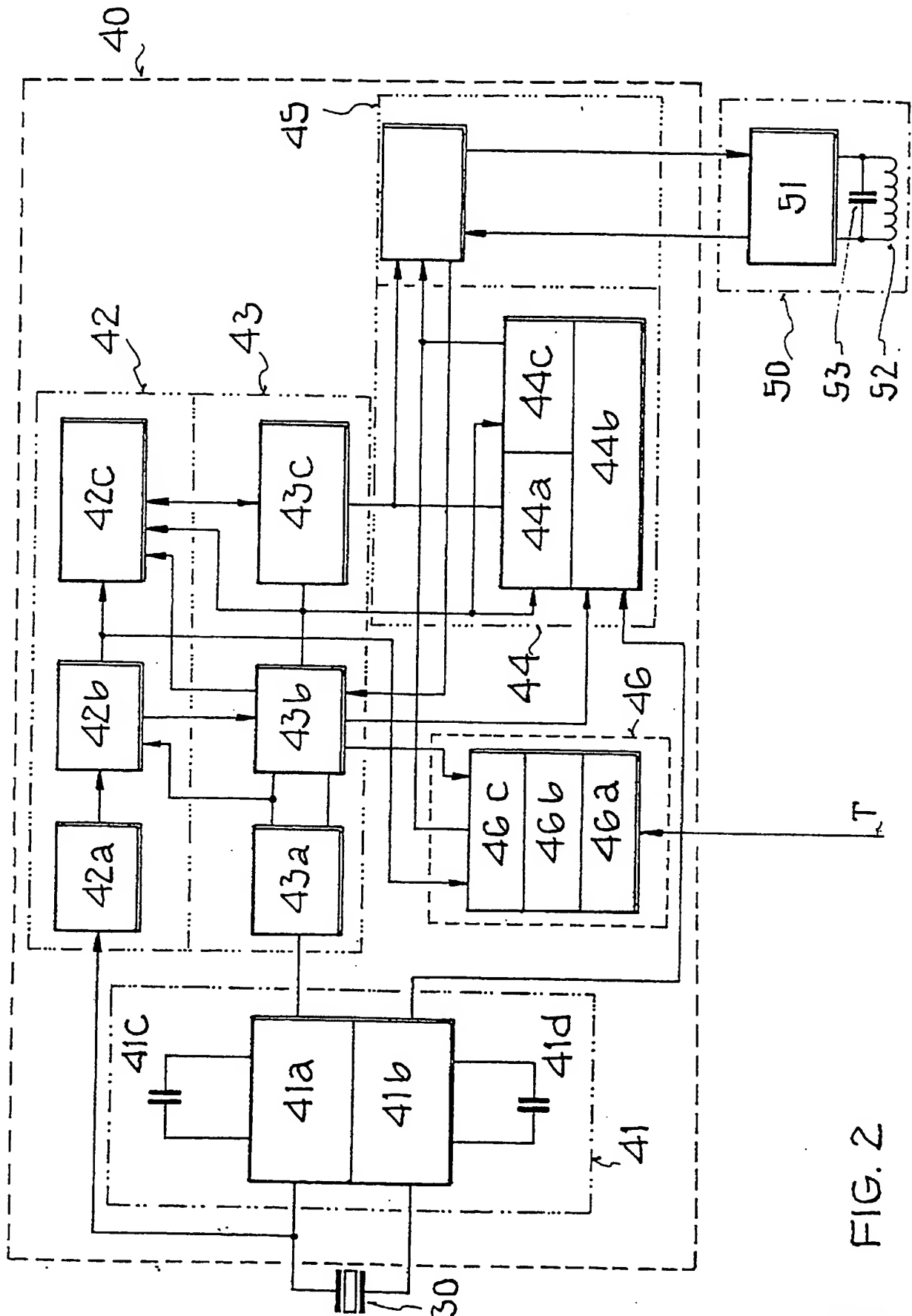


FIG. 2